



UM ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS NO VAREJO DAS PRINCIPAIS DECISÕES ESTRATÉGICAS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA

Peter Wanke
Rebecca Arkader
Pedro Henrique Lopes
Alexandre M. Rodrigues

Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ,
Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão,
CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ,
e-mail: peter@coppead.ufrj.br

Recebido em 06/6/2005
Aceito em 06/12/2005

Resumo

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o impacto das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da indústria sobre o desempenho no varejo. Mais especificamente, foram quantificados os efeitos principais e secundários das decisões entre empurrar/puxar e centralizar/descentralizar os estoques sobre indicadores de nível de serviço, estoque médio, quantidade de envios e faltas no varejo. Para isto, a operação de uma cadeia composta por indústria, centro de distribuição e varejo foi simulada em ARENA. Os resultados foram analisados por meio de MANCOVA, confirmando experimentalmente as aparentes contradições entre o posicionamento estratégico em operações na indústria e o desempenho no varejo: um melhor desempenho no varejo depende de operações “não-enxutas” na indústria.

Palavras-chave: operações industriais, posicionamento estratégico, simulação, varejo.

1. Introdução

Apesar de a última década ter sido marcada por fortes transformações nas relações de fornecimento entre indústria e varejo, haja vista os programas de ressuprimento automático, a literatura ainda é inconclusa sobre a homogeneidade dos benefícios auferidos por cada empresa. Se no varejo a redução dos níveis de estoque foi quase uma constante, na indústria predominam os relatos conflitantes. Parece que um melhor desempenho no varejo depende, em alguns casos, de operações “não-enxutas” na indústria, ou seja, produção empurrada com base em previsões de vendas e distribuição escalonada via centro de distribuição.

De modo geral, essa aparente contradição tem sido pouco assimilada pela discussão e pesquisa sobre o posicionamento estratégico em operações, tanto na indústria quanto no varejo. Na maior parte da literatura de operações, logística e canais de distribuição, as análises são voltadas para os impactos do posicionamento estratégi-

co no desempenho da própria empresa. Os benefícios da produção enxuta para a indústria em termos de redução de estoques de produto acabado são um exemplo. Essas análises podem, com frequência, gerar conclusões equivocadas sobre o desempenho no varejo. Poucas são as pesquisas que buscam avaliar aderência entre o posicionamento estratégico em operações de uma empresa e o desempenho de outra. As bases para explicar e descrever essas novas relações de fornecimento estão associadas a como e por que o posicionamento estratégico na indústria pode afetar o desempenho no varejo.

Esta pesquisa tem por objetivo principal quantificar e relativizar o impacto das principais decisões de produção e de distribuição na indústria sobre os principais indicadores de desempenho no varejo. Para tanto, a operação de uma cadeia composta por três elos (indústria, centro de distribuição e varejo), uma única instalação por elo e um único produto foi modelada e simulada em ARENA.

A partir da modelagem, foi desenvolvido e conduzido um conjunto de experimentos controlados nos quais foram testadas diferentes combinações de produção (puxada/empurrada) e de distribuição (direta/escalonada) e mensurados seus efeitos sobre indicadores de nível de serviço, nível de estoque e frequência de envios, dentre outros. Também são apresentados quadros conceituais que resumem e explicam as relações e as interações verificadas entre as decisões na indústria e o desempenho no varejo.

2. Revisão de literatura

São diversos os relatos sobre as diferentes relações de fornecimento entre a indústria e o varejo nos últimos anos (Christopher, 2000). Diversas indústrias reestruturaram suas operações de produção e distribuição para atender à contínua demanda do varejo por menores estoques e maiores níveis de serviço (Hoek, 1998a; 1998b). As iniciativas gerenciais que culminaram com a reestruturação dessas operações atendem por diferentes denominações: *Efficient Consumer Response - ECR*, *Quick Response - QR* (Fiorito e May, 1995), *Vendor Managed Inventory - VMI* (Waller e Johnson, 1999), *Continuous Replenishment - CR* (Ellinger e Taylor, 1999) e *Continuous Replenishment Program - CRP* (Liz, 1999; Andraski, 1994).

Em linhas gerais, essas iniciativas baseiam-se num objetivo comum: reduzir a dependência de previsões de venda na indústria e os níveis de estoque no varejo, com simultâneo aumento nos níveis de serviço (Lee e Padmanabhan, 1997). Segundo Vergin e Barr (1999), a cooperação e o compartilhamento de informações da demanda do consumidor final permitiriam esse objetivo (Kiely, 1998). No entanto, a literatura não é conclusiva com relação à homogeneidade dos resultados alcançados sob os prismas da indústria e do varejo. Enquanto no varejo a reestruturação das operações na indústria permitiu a redução dos estoques, na indústria houve casos de redução e de aumento desses estoques (Harrison e Voss, 1990; Romero, 1991).

É possível que os benefícios “prometidos” por essas iniciativas com relação aos níveis de estoque na indústria dependam da aderência entre o posicionamento estratégico de suas operações de produção e distribuição, as características do produto e da demanda e o que se espera dos indicadores de desempenho no varejo (Johnson e Stice, 1993; Jones, 1991).

Wanke e Zinn (2004) fornecem um exemplo nesse sentido a partir da iniciativa de VMI, que pode ser utilizada para ilustrar a escolha entre centralização e descentralização sob diferentes *trade-offs* entre giro dos estoques na indústria e tempo de entrega exigido pelo varejo. No VMI, o estoque da indústria pode ser localizado num centro de distribuição avançado e a entrega para o varejo ser praticamente instantânea. A questão chave é como a

indústria deve ressuprir o estoque no varejo. As escolhas são: um estoque centralizado na indústria, combinado com um tempo de entrega mais longo para o varejo (e menor giro), ou um estoque descentralizado, próximo ao varejo, com entregas mais rápidas (e maior giro).

O conceito de ressuprimento automático ao varejo, presente nas iniciativas de *ECR*, *CR* e *CRP*, exige tempos de entrega extremamente curtos por parte da indústria, freqüentemente implicando que a empresa adote a produção empurrada para atender a este requisito (Wanke e Zinn, 2004). Este resultado corrobora a percepção, bastante comum na indústria, de que os sistemas de ressuprimento automático só produzem benefícios para o varejo (em termos de redução dos estoques) ou que o ressuprimento automático foi “operacionalizado à custa da concentração dos estoques na indústria” (Waters-Fuller, 1996). Segundo Wanke e Zinn (2004), o que parece acontecer, quando os tempos de entrega são curtos, é a incapacidade natural de estender o ressuprimento automático na distribuição ao varejo à produção puxada na indústria (Inman, 1999). Parece existir um *trade-off* entre o ressuprimento automático para o varejo e a decisão da indústria entre produção empurrada ou puxada. Também é comum na indústria, após vários anos e aplicações de ressuprimento automático, a crença de que o acesso à demanda do consumidor final no varejo não necessariamente vai favorecer a produção puxada e o abandono da produção empurrada com base em previsões de vendas, especialmente quando os tempos de entrega são curtos (Mathews, 1997).

A discussão precedente ilustra que o entendimento sobre como o posicionamento estratégico de operações de produção e distribuição na indústria está relacionado ao varejo ou, mais especificamente, afeta seu desempenho, não é trivial. Isso ocorre basicamente em virtude dessas aparentes contradições. Um melhor desempenho no varejo em termos de estoques e níveis de serviço parece depender, em alguns casos, de operações “não-enxutas” na indústria (Li, 1992). Essa questão é detalhada a partir das principais decisões estratégicas analisadas por Wanke e Zinn (2004), doravante chamadas de Tipo de Distribuição e Tipo de Produção.

3. Tipo de distribuição

De modo qualitativo, o impacto do Tipo de Distribuição nos principais indicadores de desempenho na indústria e no varejo é relativamente bem documentado e são diversas as evidências empíricas sobre o sentido dos efeitos principais da Distribuição Direta e da Distribuição Escalonada (Evers, 1999; Leeuw e Goor, 1999; Evers e Beier, 1998; Tallon, 1993; Amstel e Amstel, 1985). Alguns desses impactos já foram citados em livros há mais de vinte anos. Por exemplo, Bowersox et al. (1980) afir-

mam que a Distribuição Escalonada implica maiores níveis de estoque para a indústria, sendo preferível quando os produtos são de baixo custo adicionado e existe a possibilidade de consolidar o transporte entre a indústria e o centro de distribuição (Jayaraman, 1999; Carter e Ferrin, 1996). A Distribuição Direta a partir da indústria tende a se verificar com produtos de alto custo adicionado, sobretudo se os volumes são elevados e há proximidade com o varejo (Bowersox e Closs, 1996). O alto custo adicionado também pode inibir intermediários interessados em manter estoques, levando a indústria à Distribuição Direta ao consumidor final (Lambert et al., 1998).

De acordo com Levy e Weitz (1998), a escolha do Tipo de Distribuição pelo varejo deve considerar simultaneamente o custo total associado a cada alternativa e o atendimento ao cliente, ou seja, ter o produto na loja quando o consumidor final quiser comprá-lo. A Distribuição Escalonada permite que o varejo opere com menos estoque, resultado de entregas mais frequentes a partir do centro de distribuição. Além disso, um melhor balanceamento entre sobras e faltas pode decorrer da revisão, sempre que necessário, das quantidades solicitadas ao centro de distribuição (Berman e Evans, 1998). A Distribuição Direta, pelo fato de consumir tempo no varejo com o recebimento e o processamento de pedidos, pode levar a ressuprimentos menos frequentes e à consolidação dos envios. Segundo Levy e Weitz (1998), a Distribuição Direta no varejo também é favorecida pela proximidade geográfica.

Percebe-se que, sob os prismas da indústria e do varejo, a escolha do Tipo de Distribuição é indiferente quando são considerados os critérios distância entre a origem e o destino e volume de compras: maiores distâncias e menores volumes, Distribuição Escalonada com consolidação via centro de distribuição; e menores distâncias e maiores volumes, Distribuição Direta da indústria ao varejo. Quando o critério de análise é o nível de estoque na indústria e no varejo, a Distribuição Escalonada implica maiores níveis de estoque para o primeiro e menores para o segundo e a Distribuição Direta, vice-versa.

4. Tipo de produção

Ainda que o impacto do Tipo de Produção nos principais indicadores de desempenho da indústria seja extremamente bem documentado há pelo menos algumas décadas (Womack, et al. 1992), de modo geral é escassa a análise do impacto dessas decisões no varejo. A Produção Empurrada corresponde à antecipação no tempo da demanda futura a partir de programações feitas com base em previsões de vendas (Bowersox e Closs, 1996). Representada pelo MRP (Planejamento das Necessidades de Materiais), a Produção Empurrada é o Tipo de Produção que mais tem sido implantado nas indústrias ao redor do mundo (Corrêa e Gianesi, 1994). Segundo Wem-

merlov (1984) e Inman (1999), a Produção Empurrada tende a implicar maiores níveis de estoque na indústria que a Produção Puxada, freqüentemente associada ao *JIT* (*Just in Time*) e à reação à demanda. Maiores estoques implicam, conseqüentemente, maiores níveis de serviço ao cliente e maior capacidade para lidar com variações inesperadas da demanda (Landvater, 1997). A Produção Puxada, por definição, necessita de um consumo estável ao longo do tempo para que não haja interrupção das operações e falta de produto acabado em estoque na indústria (Corrêa e Gianesi, 1994).

É razoável inferir que o impacto no varejo do Tipo de Produção da indústria estaria, sobretudo, associado à maior confiabilidade do ressuprimento entre indústria e varejo. Na indústria, maiores níveis de estoques decorrentes da Produção Empurrada assegurariam essa confiabilidade, permitindo ao varejo oferecer maiores níveis de serviço com menores níveis de estoque, comparativamente ao caso da Produção Puxada. Nesse último caso, maiores níveis de estoque seriam necessários no varejo face às eventuais irregularidades do fornecimento na indústria, comprometendo os níveis de serviço ao consumidor final.

5. Combinação do tipo de produção com o tipo de distribuição

Também é escassa a literatura sobre os efeitos combinados (simultâneos) do Tipo de Produção e do Tipo de Distribuição nos indicadores de desempenho no varejo e na indústria. Nesse último caso, Pagh e Cooper (1998) desenvolveram uma matriz 2 x 2 com quatro combinações geradas a partir das possíveis escolhas sobre o Tipo de Produção e o Tipo de Distribuição. Sob o prisma da indústria, foram avaliados os impactos esperados de cada uma dessas combinações sobre os principais indicadores de desempenho em operações.

Segundo os autores, a combinação Produção Empurrada e Distribuição Escalonada é a mais comum na indústria. Com base em previsões de venda, todas as operações de produção são realizadas antes do envio consolidado dos produtos ao centro de distribuição, o qual, por sua vez, é efetivado antes da colocação dos pedidos pelo varejo. Essa combinação resulta em elevados níveis de estoque na indústria, sendo consideráveis os riscos de obsolescência.

Já na combinação Produção Puxada e Distribuição Escalonada, os primeiros estágios da produção são centralizados. O escalonamento da distribuição passa pelo envio dos estoques de produtos semi-acabados para um centro de distribuição próximo ao varejo e tem por objetivo garantir tempos de entrega reduzidos. A principal vantagem para a indústria é a redução dos níveis de estoque de segurança de produtos acabados no centro de distribuição.

Por sua vez, na combinação Produção Empurrada e Distribuição Direta, as operações de produção são centralizadas e direcionadas para a formação de estoques a partir de previsões de vendas, sendo executadas anteriormente à distribuição. As vantagens para a indústria estão relacionadas à redução dos níveis de estoque de produtos acabados em função da centralização e suas desvantagens, a uma maior frequência de envios.

Por último, na combinação Produção Puxada e Distribuição Direta, as operações de produção são totalmente centralizadas e iniciadas pelo contrapedido do varejista. A principal vantagem para a indústria é a redução dos níveis de estoque de matérias-primas, produtos semi-acabados e produtos acabados. Há acréscimo nos custos com distribuição em função de uma maior frequência de envios fracionados.

A partir da proposta de Pagh e Cooper (1998), é possível especular ou inferir sobre os efeitos simultâneos das combinações do Tipo de Produção e do Tipo de Distribuição no varejo. Na combinação Produção Empurrada e Distribuição Escalonada, menores níveis de estoque no varejo seriam possíveis, como resultado de uma maior frequência de envios a partir do centro de distribuição e de um maior nível de estoque na indústria e em seu centro de distribuição. Já na combinação Produção Puxada e Distribuição Escalonada, o varejo experimentaria maiores níveis de estoque que na combinação anterior, em função da reação da produção ao consumo do centro de distribuição. Mesmo assim, o centro de distribuição garantiria uma frequência de envios relativamente alta para o varejo. Por sua vez, na combinação Produção Empurrada e Distribuição Direta, a produção com base em previsões de vendas permitiria que o varejo operasse com níveis baixos de estoque, ainda que não tão reduzidos quanto os da primeira combinação. Isso aconteceria porque a distribuição direta ao varejo teria o efeito de produzir alguma redução na frequência de envios, quando comparada à entrega via centro de distribuição. Finalmente, na combinação Produção Puxada e Distribuição Direta, os reduzidos níveis de estoque na indústria levariam aos mais altos níveis de estoque no varejo. A entrega se tornaria menos frequente em função de compras consolidadas.

O conflito potencial entre o posicionamento de operações na indústria e o desempenho alcançado pelo varejo já foi apontado há algumas décadas na literatura sobre canais de distribuição (Guiltinan, 1974). Uma das maneiras identificadas para lidar com essa questão é a utilização de métodos quantitativos de planejamento, como a simulação computacional (Bowersox et al., 1980). A idéia é que o planejamento mais detalhado acerca das iniciativas gerenciais entre varejo e indústria deveria constituir-se de uma avaliação mais consistente da aderência entre o posicionamento estratégico das operações de produção e

distribuição na indústria, as principais características do negócio e o desempenho do varejo.

Para quantificar *a priori* como operações de produção e distribuição impactam o desempenho no varejo, desenvolver modelos analíticos e de otimização pode constituir-se numa tarefa bastante complexa e, às vezes inviável (Silver e Peterson, 1985). Apesar de existirem modelos dessas naturezas para apoiar decisões de produção e/ou de distribuição no âmbito da indústria, a complexidade cresce rapidamente quando é incorporada uma nova instalação, seja o centro de distribuição ou o varejo. A principal dificuldade na modelagem analítica e na otimização decorre do fato dos níveis de estoque no varejo dependerem dos níveis de estoque no centro de distribuição, e assim sucessivamente, de modo que os níveis de estoque no centro de distribuição dependem, por sua vez, dos níveis de estoque na indústria (Forrester, 1961).

Ballou (1992) aponta a simulação como a técnica mais adequada para avaliar decisões relativas à distribuição e à produção em ambientes complexos. Normalmente são testadas diferentes alternativas de decisão e são coletadas estatísticas com relação ao comportamento dos principais indicadores de desempenho. A simulação, entretanto, não fornece uma solução única ou ótima. Sua maior vantagem está na capacidade de permitir a mensuração de efeitos cruzados em diferentes aspectos das operações (Saliby, 2000).

Closs e Roath (1998) citam três artigos, de toda a literatura em operações e logística, nos quais a simulação foi utilizada para avaliar a aderência entre o posicionamento de operações na indústria, as características no negócio e o impacto no desempenho no centro de distribuição ou no varejo.

O primeiro artigo trata de um modelo de simulação, cujos objetivos eram a replicação, para uma indústria de bens de consumo, dos efeitos da variabilidade da demanda e dos tempos de resposta da distribuição física sobre os níveis de estoque no centro de distribuição (Bowersox e Helfferich, 1972). O segundo artigo trata de outro modelo para avaliar simultaneamente os impactos da variabilidade da demanda e dos tempos de resposta na previsão de vendas e na tomada de decisões de distribuição (Bowersox e Closs, 1979). O modelo descrito no terceiro artigo tinha por objetivo quantificar os benefícios de um maior compartilhamento de informações da demanda entre indústria e varejo (Towill e Naim, 1992). Finalmente, Closs e Roath (1998) também relatam seus experimentos conduzidos via simulação. O objetivo de seu estudo foi comparar níveis de estoque de produto acabado e indicadores de disponibilidade de produto, para indústria e varejo, sob diferentes condições de troca de informações.

6. Objetivos e metodologia de pesquisa

Com base na revisão de literatura, foram estabelecidos os principais objetivos da pesquisa. O primeiro objetivo está relacionado à quantificação e relativização dos impactos do Tipo de Produção e do Tipo de Distribuição sobre o desempenho do varejo. Esse objetivo foi desdobrado em cinco perguntas secundárias, formalizadas como se segue. 1) Qual o impacto de diferentes Tipos de Produção (Puxada e Empurrada) e de Distribuição (Direta e Escalonada), observados na indústria, sobre diferentes indicadores de desempenho mensurados no varejo, conforme Tabela 1? 2) Quais são os sentidos (sinais) das relações entre essas variáveis? 3) Qual é o efeito principal mais relevante: Tipo de Produção ou Tipo de Distribuição? 4) Existem interações significativas (efeitos secundários)? 5) Qual a covariável mais adequada para correção/comparação dos resultados?

O segundo objetivo está relacionado à formalização de elementos de apoio ao posicionamento estratégico das operações na indústria e à segmentação de fornecedores no varejo, a partir dos resultados obtidos para as cinco perguntas anteriores. Esse objetivo foi desdobrado em mais duas perguntas secundárias. 6) Para a indústria, qual o posicionamento estratégico mais adequado acerca dos Tipos de Produção e de Distribuição quando é observado o desempenho do varejo em termos de *Fill Rate*, Quantidade de Carregamentos Recebidos e Estoque Médio em Mãos? 7) Quais as aparentes contradições entre varejo e indústria no que diz respeito ao Tipo de Produção e Tipo de Distribuição quando é observado o desempenho do varejo em termos desses indicadores de desempenho?

Para responder a essas questões, foi desenvolvido e conduzido um conjunto de experimentos controlados com dois fatores (Tipo de Produção e Tipo de Distribuição) e dois níveis (Empurrada/Puxada e Direta/Escalonada) para cada fator, com o intuito de avaliar seus efeitos sobre diferentes indicadores de desempenho mensurados no varejo. Para tanto, a operação de uma cadeia composta por três elos (indústria, centro de distribuição e varejo), uma única instalação por elo e um único produto foi modelada em ARENA 5.0, conhecida ferramenta de simulação por eventos discretos.

Para cada uma das quatro combinações de níveis do Tipo de Produção e do Tipo de Distribuição (Escalonada e Empurrada, Escalonada e Puxada, Direta e Empurrada e Escalonada e Puxada) foram conduzidas 100 replicações de 365 dias de operação, sendo coletadas estatísticas sobre cada uma das variáveis dependentes analisadas ao final de cada dia da simulação. Na Tabela 1, são listadas as variáveis dependentes e independentes presentes no modelo, bem como suas escalas, dimensões e definições operacionais.

A modelagem do Tipo de Produção na indústria (Empurrada e Puxada) envolveu a definição de uma política de antecipação com base em previsões de vendas, a partir da lógica do MRP, para representar o nível Produção Empurrada (Silver e Peterson, 1985). Previsões de vendas com nível de acerto de 100% e intervalos de revisão da programação a cada 30 dias foram utilizados. Já o nível Produção Puxada envolveu a fabricação dos produtos após o recebimento dos pedidos para representar uma política de postergação com base na demanda real. Em am-

Tabela 1. Variáveis da simulação.

Variável	Tipo	Escala	Dimensão	Definição operacional
<i>Fill Rate</i>	Dependente	Métrica	Percentual	Razão entre a quantidade total disponibilizada pelo varejo e a quantidade total solicitada pelos consumidores finais, calculada para cada 365 dias da simulação.
Estoque Médio em Mãos	Dependente	Métrica	Unidades	Estoque médio no varejo, calculado para cada 365 dias da simulação.
Estoque Médio em Trânsito	Dependente	Métrica	Unidades	Estoque médio em trânsito para o varejo, calculado para cada 365 dias da simulação.
Quantidade de Carregamentos Recebidos	Dependente	Métrica	Ocorrências	Quantidade de carregamentos recebidos pelo varejo a cada 365 dias da simulação.
Quantidade de Rupturas de Estoque	Dependente	Métrica	Ocorrências	Quantidade de vezes que houve falta de estoque no varejo a cada 365 dias da simulação.
Quantidade Acumulada de Falta de Estoque	Dependente	Métrica	Unidades	Quantidade total de unidades que deixaram de ser vendidas pelo varejo a cada 365 dias da simulação.
Tipo de Produção	Independente	Nominal	1 = Puxada 0 = Empurrada	Efeito principal a ser testado.
Tipo de Distribuição	Independente	Nominal	1 = Direta 0 = Escalonada	Efeito principal a ser testado.
Quantidade Total Recebida	Covariável	Métrica	Unidades	Quantidade total de unidades recebidas pelo varejo em 365 dias da simulação.

bos os casos, restrições de capacidade de produção não foram consideradas e o lote mínimo de produção adotado foi igual a um dia de consumo médio no varejo.

Por sua vez, a modelagem do Tipo de Distribuição para o varejo envolveu a abertura de um centro de distribuição entre a indústria e o varejo para representar o nível Distribuição Escalonada. No caso do nível Distribuição Direta, o centro de distribuição não foi aberto, sendo o ressurgimento realizado da indústria diretamente para o varejo.

À exceção da indústria, tanto o centro de distribuição quanto o varejo observaram decisões de ressurgimento puxadas pela demanda em todas as quatro combinações de níveis. No centro de distribuição foi considerada a lógica de Ponto de Pedido, Nível de Reposição e Intervalo de Revisão para representar o ressurgimento puxado junto à indústria (Silver e Peterson, 1985). Ao final de cada Intervalo de Revisão, se a posição em estoque está abaixo do Ponto de Pedido, um ressurgimento igual à diferença entre o Nível de Reposição e a posição em estoque é solicitado para a indústria. No varejo, foi considerada a mesma lógica para representar o ressurgimento puxado, tanto junto ao centro de distribuição (no caso da Distribuição Escalonada) quanto junto à indústria (no caso da Distribuição Direta).

As variáveis de controle empregadas nesse conjunto de experimentos controlados, ou seja, que não variaram entre cada uma das quatro combinações de níveis, foram: a demanda do consumidor final no varejo (modelada por distribuição normal com média diária de 4 unidades e desvio-padrão de 2 unidades); os tempos de resposta de transporte e colocação do pedido (modelados por distribuição triangular com mínimo de 1 dia, máximo de 5 dias e média de 3 dias); os níveis de reposição no varejo e no centro de distribuição (demanda vezes o tempo de resposta mais o intervalo de revisão); os pontos de pedido (demanda vezes o tempo de resposta); e os intervalos de revisão no varejo e no centro de distribuição (diários).

O método utilizado para análise dos resultados foi a Análise Multivariada de Covariância (*MANCOVA - Multivariate Analysis of Covariance*), adequada para reduzir o ruído em pesquisas experimentais pela remoção da variância associada à covariável (Tabachnik e Fidell, 2001). Quanto menor a variância associada ao erro (ruído), maior é o poder do teste das diferenças de médias entre os níveis formados pelas variáveis independentes. É desejável que a covariável seja fortemente correlacionada com as variáveis dependentes, mas não seja correlacionada com as demais variáveis independentes (Hair, et al. 1998), sob pena de redução do poder do teste. Nessa pesquisa, a covariável escolhida foi a Quantidade Total Recebida no varejo. Seus valores foram padronizados e os resultados apresentados na seção seguinte foram avaliados para seu nível médio (zero). O nível máximo de significância considerado aceitável nessa pesquisa foi de 0,05.

Deve ser ressaltado que essa pesquisa se destaca das demais não apenas por avaliar experimentalmente os sinais das relações entre decisões na indústria e o desempenho no varejo, vis-à-vis a literatura existente, mas também por quantificar e hierarquizar seus efeitos principais e, sobretudo, os secundários, por meio de análises estatísticas multivariadas e da proposição da quantidade recebida como principal covariável.

7. Análise dos resultados

Foi conduzida Análise Multivariada de Covariância em seis variáveis dependentes relacionadas aos principais indicadores de desempenho no varejo: *Fill Rate (FR)*, Quantidade Carregamentos Recebidos (QCR), Estoque Médio em Mãos (EMM), Estoque Médio em Trânsito (EMT), Quantidade de Rupturas de Estoque (QRE) e Quantidade Acumulada de Falta de Estoque (QAFE). Ajustes foram feitos para a covariável padronizada Quantidade Total Recebida (QTR_P). As variáveis independentes foram o Tipo de Produção (Empurrada e Puxada) e o Tipo de Distribuição (Escalonada e Direta). Foram consideradas 400 observações no total, não tendo sido detectados valores discrepantes (*outliers*) entre células para a significância de 0,001. Também foram satisfatórios os resultados da avaliação das premissas de normalidade, homogeneidade das matrizes de variância-covariância, linearidade e multicolinearidade. A covariável foi considerada confiável para a análise de covariância.

De acordo com os valores de Lambda de Wilkis, as variáveis dependentes combinadas são significativamente relacionadas com as variáveis independentes: $F(6, 390) = 92,559$, $p < 0,001$, para o Tipo de Distribuição; $F(6, 390) = 195,253$, $p < 0,001$, para o Tipo de Produção e $F(6, 390) = 29,124$, $p < 0,001$, para a interação entre o Tipo de Distribuição e o Tipo de Produção. Esses resultados refletem fortes associações entre as variáveis dependentes e as variáveis independentes, sendo o poder de associação parcial (η^2) igual a 1,000, tanto para o Tipo de Produção quanto para o Tipo de Distribuição.

Os parâmetros estimados dos impactos do Tipo de Produção, do Tipo de Distribuição e de sua interação sobre as variáveis dependentes, após o controle para a covariável Quantidade Total Recebida, são apresentados na Tabela 2. Produção Puxada, Distribuição Direta e Distribuição Direta x Produção Puxada são, respectivamente, os níveis de referência para o Tipo de Produção, o Tipo de Distribuição e a interação entre o Tipo de Distribuição e o Tipo de Produção. Os coeficientes representam, respectivamente, o impacto marginal da Produção Empurrada, da Distribuição Escalonada e da interação entre esses dois níveis no nível de referência (constante). A constante representa a média marginal estimada para os casos de Produção Puxada e Distribuição Direta. Todos os sinais

Tabela 2. MANCOVA – Parâmetros estimados para as variáveis independentes.

Variáveis Dependentes	Parâmetros	B	Erro Padrão	t	Significância
<i>Fill Rate (FR)</i> F = 460,834 R ² = 82,2%	Constante	0,73	0,01	61,22	0,000
	Quantidade Total Recebida	0,14	0,01	19,85	0,000
	Distribuição Escalonada	(0,32)	0,02	(16,95)	0,000
	Produção Empurrada	0,04	0,02	2,45	0,015
	Escalonada x Empurrada	0,26	0,02	10,49	0,000
Quantidade de Carregamentos Recebidos (QCR) F = 558,894 R ² = 85,0%	Constante	49,35	1,82	27,11	0,000
	Quantidade Total Recebida	39,30	1,10	35,82	0,000
	Distribuição Escalonada	54,27	2,88	18,85	0,000
	Produção Empurrada	41,47	2,55	16,25	0,000
	Escalonada x Empurrada	(32,73)	3,81	(8,60)	0,000
Estoque Médio em Mãos (EMM) F = 286,078 R ² = 74,1%	Constante	32,74	0,61	53,24	0,000
	Quantidade Total Recebida	6,06	0,37	16,34	0,000
	Distribuição Escalonada	(17,09)	0,97	(17,57)	0,000
	Produção Empurrada	(15,28)	0,86	(17,72)	0,000
	Escalonada x Empurrada	13,73	1,29	10,68	0,000
Estoque Médio em Trânsito (EMT) F = 176,908 R ² = 64,0%	Constante	7,61	0,27	28,16	0,000
	Quantidade Total Recebida	3,86	0,16	23,69	0,000
	Distribuição Escalonada	2,33	0,43	5,45	0,000
	Produção Empurrada	0,87	0,38	2,29	0,023
	Escalonada x Empurrada	(1,89)	0,56	(3,35)	0,001
Quantidade de Rupturas de Estoque (QRE) F = 153,858 R ² = 60,5%	Constante	28,72	4,25	6,76	0,000
	Quantidade Total Recebida	60,07	2,56	23,47	0,000
	Distribuição Escalonada	112,58	6,72	16,76	0,000
	Produção Empurrada	(14,95)	5,96	(2,51)	0,012
	Escalonada x Empurrada	(90,51)	8,88	(10,19)	0,000
Quantidade Acumulada de Falta em Estoque (QAFE) F = 30.447,576 R ² = 99,7%	Constante	274,89	2,65	103,75	0,000
	Quantidade Total Recebida	(459,32)	1,60	(287,63)	-
	Distribuição Escalonada	(11,96)	4,19	(2,85)	0,005
	Produção Empurrada	(6,37)	3,72	(1,71)	0,087
	Escalonada x Empurrada	9,44	5,54	1,70	0,089

Níveis de referência: Distribuição Direta e Produção Puxada.

apresentados na Tabela 2 estão aderentes ao referencial teórico, sendo indicados ainda os valores das estatísticas F e R Quadrado Ajustado para os modelos associados a cada variável dependente.

O impacto relativo de cada decisão sobre cada variável dependente é indicado pelas ordens de grandeza do módulo dos coeficientes expressos na coluna B. Por exemplo, no caso do *Fill Rate*, o Tipo de Distribuição apresenta maior impacto relativo (0,32), seguido, na ordem, pela interação entre o Tipo de Distribuição e o Tipo de Produção (0,26) e pelo Tipo de Produção (0,04).

São apresentadas, na Tabela 3, as médias marginais das seis variáveis dependentes para cada uma das quatro possíveis combinações de níveis do Tipo de Distribuição e Tipo de Produção. Essas médias foram avaliadas para o nível médio da covariável QTR_P (ou seja, zero) e calculadas com base nos coeficientes da Tabela 2. Cabe lembrar

que as médias para Distribuição Direta e Produção Puxada correspondem às constantes apresentadas na Tabela 2. Sob o prisma do varejo e analisando comparativamente à Distribuição Direta e à Produção Puxada, a Distribuição Escalonada e a Produção Empurrada na indústria implicam simultaneamente menor *Fill Rate*, maior Quantidade de Carregamentos Recebidos, menor Estoque Médio em Mãos, maior Estoque Médio em Trânsito, maior Quantidade de Rupturas de Estoque e menor Quantidade Acumulada de Falta de Estoque.

Percebe-se, a partir das Tabelas 2 e 3, que para todas as variáveis dependentes o efeito secundário (interação entre o Tipo de Distribuição e o Tipo de Produção) não é capaz de compensar o efeito individual da principal variável independente, ou seja, do Tipo de Distribuição. Em outras palavras, o sentido de variação das variáveis dependentes tem como fator determinante o efeito principal

Tabela 3. Médias marginais.

Variáveis Dependentes	Tipo de Distribuição	Tipo de Produção	Média	Erro-Padrão
<i>Fill Rate (FR)</i>	Distribuição Escalonada	Produção Empurrada	0,71	0,01
	Distribuição Escalonada	Produção Puxada	0,41	0,01
	Distribuição Direta	Produção Empurrada	0,77	0,01
	Distribuição Direta	Produção Puxada	0,73	0,01
Quantidade de Carregamentos Recebidos (QCR)	Distribuição Escalonada	Produção Empurrada	112,35	1,83
	Distribuição Escalonada	Produção Puxada	103,62	2,10
	Distribuição Direta	Produção Empurrada	90,82	1,86
	Distribuição Direta	Produção Puxada	49,35	1,82
Estoque Médio em Mãos (EMM)	Distribuição Escalonada	Produção Empurrada	14,09	0,62
	Distribuição Escalonada	Produção Puxada	15,64	0,71
	Distribuição Direta	Produção Empurrada	17,45	0,63
	Distribuição Direta	Produção Puxada	32,74	0,61
Estoque Médio em Trânsito (EMT)	Distribuição Escalonada	Produção Empurrada	8,91	0,27
	Distribuição Escalonada	Produção Puxada	9,94	0,31
	Distribuição Direta	Produção Empurrada	8,47	0,28
	Distribuição Direta	Produção Puxada	7,61	0,27
Quantidade de Rupturas de Estoque (QRE)	Distribuição Escalonada	Produção Empurrada	35,85	4,28
	Distribuição Escalonada	Produção Puxada	141,30	4,89
	Distribuição Direta	Produção Empurrada	13,78	4,33
	Distribuição Direta	Produção Puxada	28,72	4,25
Quantidade Acumulada de Falta de Estoque (QAFE)	Distribuição Escalonada	Produção Empurrada	266,00	2,67
	Distribuição Escalonada	Produção Puxada	262,93	3,05
	Distribuição Direta	Produção Empurrada	268,52	2,70
	Distribuição Direta	Produção Puxada	274,89	2,65

Valores avaliados para QTR_P = 0.

associado ao Tipo de Distribuição. O efeito da interação (secundário) e o efeito do Tipo de Produção apenas influenciam a magnitude e, conseqüentemente, o valor assumido pela variável dependente, mas não seu sentido de variação no varejo.

Essa afirmação pode ser analisada graficamente. Por exemplo, de acordo com a Figura 1, a Distribuição Direta implica, para o varejo, maior *Fill Rate*, menor Quantidade de Carregamentos Recebidos, maior Estoque Médio em Mãos, menor Estoque Médio em Trânsito, menor Quantidade de Rupturas de Estoque e maior Quantidade Acumulada de Falta de Estoque, quando comparada à Distribuição Escalonada. No âmbito da Distribuição Direta, a Produção Empurrada na indústria, comparativamente à Produção Puxada, permite aumentar o *Fill Rate* e diminuir a Quantidade de Rupturas de Estoque e a Quantidade Acumulada de Falta de Estoque, à custa de aumentos na Quantidade de Carregamentos Recebidos e no Estoque Médio em Trânsito com o benefício de discretas reduções no Estoque Médio em Mãos.

Por outro lado, a Distribuição Escalonada implica, para o varejo, menor *Fill Rate*, maior Quantidade de Carregamentos Recebidos, menor Estoque Médio em Mãos, maior Estoque Médio em Trânsito, maior Quantidade de

Rupturas de Estoque e menor Quantidade Acumulada de Falta de Estoque. A Produção Empurrada na indústria apresenta efeitos semelhantes aos descritos para o caso da Distribuição Direta.

8. Discussão dos resultados

Os resultados da pesquisa constituem avanços no aspecto teórico e no aspecto prático da tomada de decisões. Nas Tabelas 4 e 5, é resumido o racional lógico (passível de inferência a partir da revisão de literatura e dos resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3) associado aos efeitos principais e secundários das variáveis independentes. Os avanços teóricos estão relacionados a cinco elementos principais:

- Confirmação experimental, via simulação, das evidências empíricas qualitativas, disponíveis e inferidas na revisão de literatura, sobre os sinais das relações entre os indicadores de desempenho no varejo (variáveis dependentes) e o Tipo de Produção e o Tipo de Distribuição na indústria (variáveis independentes);
- Identificação de significativa interação de primeira ordem entre o Tipo de Produção e o Tipo de Distribuição para as seguintes variáveis dependentes no varejo:

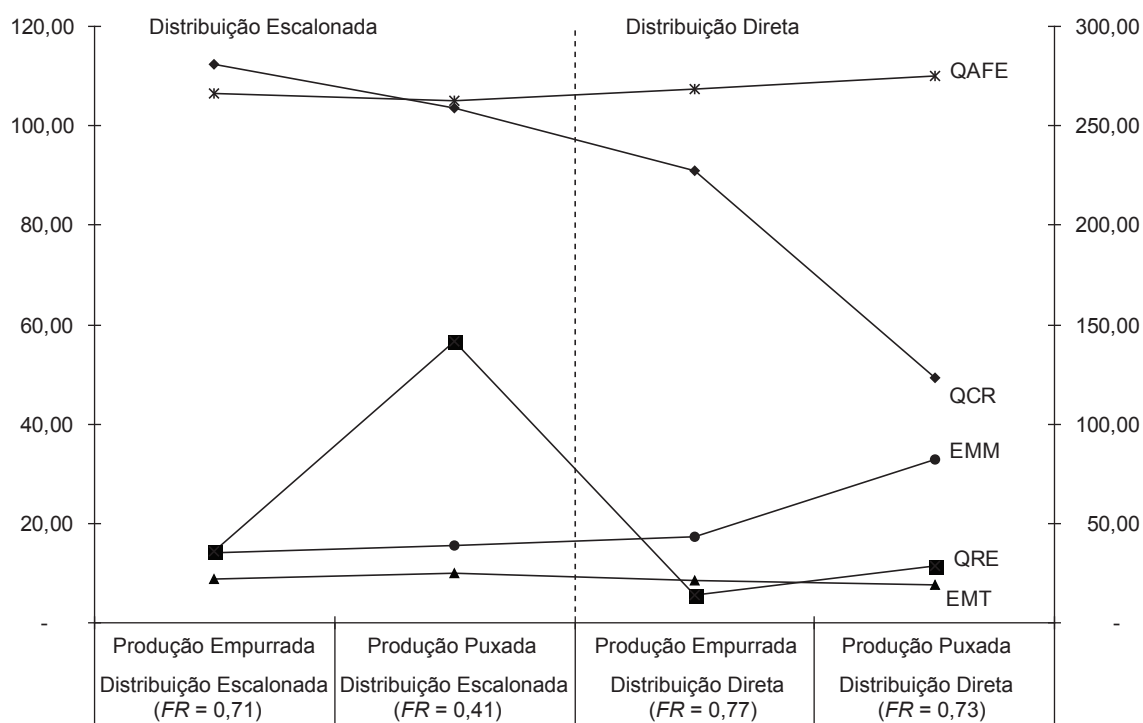


Figura 1. Efeitos da Interação entre o Tipo de Produção e o Tipo de Distribuição. As variáveis dependentes QCR, EMM, QRE e EMT devem ser lidas na escala de 0 a 120. A variável dependente QAFE deve ser lida na escala de 0 a 300.

Tabela 4. Efeitos Principais dos Tipos de Produção e de Distribuição no Varejo.

Variáveis	Tipo de Produção		Tipo de Distribuição	
	Puxada	Empurrada	Direta	Escalonada
FR	(-) Reação limitada pela demanda no tempo de resposta da produção.	(+) Programação antecipada da produção no tempo de resposta das operações.	(+) Propensão a maiores tamanhos de lotes e menor frequência de envios.	(-) Propensão a envios mais fracionados, com menor cobertura da demanda.
EMM	(+) Produção reage à demanda em intervalos irregulares, que dependem das oscilações do consumo.	(-) Programação da produção a intervalos regulares, necessidade de menor cobertura.	(+) Envio de maiores tamanhos de lote de cada vez.	(-) Envios de menores tamanhos de lote de cada vez.
EMT	(-) Resultado da irregularidade da produção, que reage à demanda.	(+) Resultado da necessidade de escoar a produção com maior frequência.	(-) Resultado de menor frequência de envios.	(+) Resultado de maior frequência de envios.
QCR	(-) Resultado da irregularidade da resposta da produção à demanda.	(+) Resultado da necessidade de escoar em intervalos regulares a produção programada.	(-) Resultado da menor frequência de envios.	(+) Resultado da maior frequência de envios.
QRE	(+) Maior propensão à ruptura de estoque durante a reação da produção à demanda no tempo de resposta.	(-) Menor propensão à ruptura em função da programação em horizontes de tempo superiores aos tempos de resposta.	(-) Menor propensão à ruptura de estoques em função de envios consolidados.	(+) Maior propensão à ruptura de estoque em função de envios fracionados.
QAFE	(+) Maior, pois não há cobertura suficiente durante a reação da produção à demanda.	(-) Menor, pela programação da produção em horizontes superiores aos tempos de resposta.	(+) Maior, em função da centralização dos estoques na indústria.	(-) Menor, em função da descentralização dos estoques no centro de distribuição.

Os sinais entre parênteses indicam o sentido da relação.

Tabela 5. Efeitos Secundários dos Tipos de Produção e de Distribuição no Varejo.

Variáveis	Interação	
	Produção Empurrada e Distribuição Escalonada	Produção Puxada e Distribuição Direta
FR	(+) A produção é programada considerando-se horizontes de tempo superiores ao seu tempo de resposta e ao tempo de resposta da distribuição.	(-) A reação à demanda é limitada pelo tempo de resposta da produção e do transporte.
QCR	(-) A coordenação eficiente dos estoques em três instalações depende da geração de economias de escala no transporte por meio da consolidação, daí uma menor frequência de envios.	(+) A reação da produção à demanda só é eficaz no varejo quando as quantidades produzidas são transportadas imediatamente, sem consolidação. Daí uma maior frequência de envios.
EMM	(+) A consolidação de carregamentos e a necessidade de escoar regularmente a produção programada implicam maior estoque no varejo.	(-) A reação da demanda à produção e seu envio imediato implicam menor cobertura de estoque no varejo.
EMT	(-) Resultado da consolidação de carregamentos e da consequente redução da frequência de envios.	(+) Resultado do envio imediato das quantidades produzidas como reação à demanda.
QRE	(-) Menor propensão à ruptura de estoque em função da consolidação de carregamentos e da programação de produção em horizontes superiores ao tempo de resposta.	(+) Maior propensão à ruptura de estoque em função da centralização dos estoques e de carregamentos fracionados.
QAFE	(+) Maior quantidade acumulada de falta em função da incapacidade de reagir ao presente, por depender de programações feitas no passado.	(-) Menor quantidade acumulada de falta em função da possibilidade de reagir à demanda e do envio imediato após a produção.

Os sinais entre parênteses indicam o sentido da interação.

Fill Rate, Estoque Médio em Mãos, Estoque Médio em Trânsito, Quantidade de Carregamentos Recebidos e Quantidade de Rupturas de Estoque. Confirmação experimental dos sinais dessas interações, via simulação, com base em referencial teórico disponível e inferido na revisão de literatura;

- Identificação do Tipo de Distribuição como a variável independente de maior importância relativa para todas as variáveis dependentes analisadas no varejo. O efeito principal do Tipo de Distribuição é determinante para a compreensão do comportamento das seis variáveis dependentes no varejo, em cada um dos quatro níveis analisados, na medida em que os efeitos das interações do Tipo de Produção com o Tipo de Distribuição não são capazes de compensá-lo. Por sua vez, o efeito principal do Tipo de Produção, assim como o efeito secundário da interação, apenas influencia a magnitude e, consequentemente, o valor assumido pela variável dependente, mas não seu sentido de variação;
- Validação da Quantidade Total Recebida pelo varejo como covariável empregada na análise multivariada de covariância. Destaca-se também a validação de todos os resultados da pesquisa com base na significância das principais estatísticas: Lambda de Wilkis, poder de associação parcial (η^2), estatísticas F e t, parâmetros dos modelos e valor de R Quadrado; e
- Confirmação experimental das aparentes contradições entre varejo e indústria, ou seja, por que um melhor desempenho no varejo, em termos de níveis de estoque, depende de operações não-enxutas na indústria.

Com relação ao aspecto prático da tomada de decisões, destaca-se sobretudo a esmagadora importância do Tipo de Distribuição, comparativamente ao Tipo de Produção e à interação entre Tipo de Produção e Tipo de Distribuição, para o posicionamento estratégico das operações na indústria e para a segmentação de fornecedores no varejo. Isso explica por que geralmente a indústria avalia o impacto de sua decisão de distribuição (a variável independente mais relevante e comparativamente mais flexível à mudança que à decisão de produção) nas variáveis-chave da competição no varejo, como meio de estreitar o relacionamento entre ambas as partes e favorecer a criação de um ambiente cooperativo. Como exemplo, a indústria poderia adotar a distribuição direta em iniciativas de VMI como forma de aumentar o *Fill Rate* no varejo para os consumidores finais, no caso de produtos em que a demanda é extremamente sensível à falta. De modo análogo, para produtos em que é menor a sensibilidade à falta no varejo, a indústria poderia considerar a distribuição escalonada como alternativa viável em termos de nível de serviço.

Por sua vez, o varejo poderia utilizar os resultados para segmentar diferentes categorias de produtos pelo Tipo de Distribuição junto da indústria (Direta ou Escalonada) à luz da análise dos custos totais (transporte, manutenção de estoques e vendas perdidas) contra os níveis de serviço (*Fill Rate*). É comum que grandes cadeias varejistas comercializem uma ampla variedade de produtos em suas lojas, desde alimentos e bebidas, até lubrificantes automotivos e eletrodomésticos, cada qual com diferentes características de custos e de nível de serviço.

Além disso, os resultados sugerem que varejo e indústria podem ter diferentes avaliações sobre como segmentar as operações e para quais produtos, indicando eventuais obstáculos no relacionamento entre ambas as partes.

Por exemplo, de modo inverso à perspectiva da indústria, a Distribuição Escalonada implicaria menores níveis de Estoque Médio em Mãos para o varejo, em função de uma maior frequência de envios de menores quantidades a partir do centro de distribuição. Por outro lado, sob o prisma da indústria, é sabido que a Distribuição Escalonada implica maior nível de estoque de produto acabado, em função principalmente da descentralização física. Produtos de maior custo adicionado seriam mais adequados à Distribuição Direta por parte da indústria e à Distribuição Escalonada sob a perspectiva do varejo, uma vez que ambas implicariam menores níveis de estoque, respectivamente, para cada caso.

Quando adicionados ao Tipo de Distribuição, o efeito principal do Tipo de Produção e a interação entre Tipo de Produção e Tipo de Distribuição reforçam essa diferença de perspectiva entre varejo e indústria. Sob o prisma da indústria, Produção Empurrada e Distribuição Escalonada implicam, comparativamente, maiores níveis de estoque que Produção Puxada e Distribuição Direta. Por outro lado, os resultados apontam que, sob o prisma do varejo, Produção Puxada e Distribuição Direta na indústria contribuem para maiores níveis de estoque, ao passo que Produção Empurrada e Distribuição Escalonada, menores. Os motivos para tanto seriam, fundamentalmente, a maior regularidade da produção empurrada e a maior proximidade gerada pelo fornecimento via centro de distribuição.

9. Conclusões

Nesta pesquisa, foram avaliados, via simulação em ARENA, os impactos das principais decisões de produção e de distribuição, tomadas no âmbito da indústria, sobre os principais indicadores de desempenho no varejo. Seus resultados confirmam a existência de aparentes contradições entre o posicionamento estratégico de operações na indústria e o desempenho no varejo, no sentido de que um melhor desempenho no varejo em termos de níveis de estoque e níveis de serviço depende de operações “não-enxutas” na indústria, como a produção empurrada e a distribuição escalonada.

Também é confirmada a existência de interações significativas entre as decisões de produção e de distribuição. Entretanto, entre todas as principais dimensões de desempenho analisadas no varejo, destaca-se a decisão de distribuição como a de maior impacto relativo e absoluto. Dessa forma, os resultados da pesquisa constituem tanto avanços teóricos, quando comparados ao escopo de estudos anteriores, quanto gerenciais, seja no âmbito da indústria, seja no âmbito do varejo.

As limitações desta pesquisa são intrínsecas ao projeto e condução de experimentos controlados, estando sobretudo associadas à validação externa e generalização dos resultados. Experimentos futuros devem ser conduzidos para complementar o quadro conceitual apresentado, sob diferentes condições (parâmetros e distribuições de probabilidade) das variáveis de controle: demanda do consumidor final, tempos de resposta, níveis de reposição, intervalos de revisão e pontos de pedido.

Referências Bibliográficas

- AMSTEL, M.; AMSTEL, W. Economic trade-offs in physical distribution. **International Journal of Physical Distribution and Materials Management**. Northampton, v. 17, n. 7, p. 15-54, 1985.
- ANDRASKI, J. Foundations for successful continuous replenishment programs. **The International Journal of Logistics Management**. Columbus, v. 4, n. 1, p. 1-8, 1994.
- BALLOU, R. H. **Business logistics management**. New York: Prentice Hall, 1992.
- BERMAN, B.; EVANS, J. **Retail management: a strategic approach**. New York: Prentice Hall, 1998.
- BOWERSOX, D. J.; HELFERICH, O. **Dynamic simulation of physical distribution systems**. East Lansing: MSU Business Studies, 1972.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. **Simulated product sales forecasting**. East Lansing: MSU Business Studies, 1979.
- BOWERSOX, D. J.; COOPER, M.; LAMBERT, D.; TAYLOR, D. **Management in marketing channels**. New York: McGraw-Hill, 1980.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. **Logistical management: the integrated supply chain process**. New York: McGraw-Hill, 1996.
- CARTER, J. R.; FERRIN, B. G. Transportation costs and inventory management: why transportation cost matter. **Production and Inventory Management Journal**, v. 37, n. 3, p. 58-62, 1996.
- CHRISTOPHER, M. The agile supply chain: competing in volatile markets. **Industrial Marketing Management**, v. 29, n. 1, p. 37-44, 2000.

- CLOSS, D.; ROATH, A. An empirical comparison of anticipatory and response based supply chain strategies. **The International Journal of Logistics Management**. Columbus, v. 9, n. 2, p. 21-34, 1998.
- CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, mrp ii e opt: um enfoque estratégico**. São Paulo: Editora Atlas, 1994.
- ELLINGER, A.; TAYLOR, J. Automatic replenishment programs and level of involvement: performance implications. **The International Journal of Logistics Management**. Columbus, v. 10, n. 1, p. 25-36, 1999.
- EVERS, P. T.; BEIER, F. J. Operational aspects of inventory consolidation decision making. **Journal of Business Logistics**. Oak Brooks, v. 19, n. 1, p. 173-189, 1998.
- EVERS, P. T. The effect of lead times on safety stocks. **Production and Inventory Management Journal**, v. 40, n. 2, p. 6-10, 1999.
- FIORITO, S. S.; MAY, E. G. Quick response in retailing. **International Journal of Retail and Distribution Management**, v. 23, n. 5, p. 12-21, 1995.
- FORRESTER, J. **Industrial dynamics**. Boston: MIT Press, 1961. 464 p.
- GUILTINAN, J. P. Planned and evolutionary changes in distribution channels. **Journal of Retailing**, v. 50, n. 2, p. 79-91, 1974.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Multivariate data analysis**. New York: Prentice Hall, 1998, 810 p.
- HARRISON, A.; VOSS, C. Issues in setting up JIT supply. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 10, n. 2, p. 84-93, 1990.
- HOEK, R. I. Logistics and virtual integration. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. Northampton, v. 28, n. 7, p. 508-523, 1998a.
- HOEK, R. I. Reconfiguring the supply chain to implement postponed manufacturing. **The International Journal of Logistics Management**. Columbus, v. 9, n. 1, p. 95-110, 1998b.
- INMAN, R. Are you implementing a pull system by putting the cart before the horse? **Production and Inventory Management Journal**, v. 40, n. 3, p. 67-71, 1999.
- JAYARAMAN, V. Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 5, p. 471-494, 1999.
- JOHNSON, G. H.; STICE, J. D. Not quite just-in-time inventories. **The National Public Accountant**, v. 38, n. 3, p. 26-29, 1993.
- JONES, D. J. Jit and eoq model: odd couple no more. **Management Accounting**, v. 72, n. 8, p. 54-57, 1991.
- KIELY, D. A. Synchronizing supply chain operations with consumer demand using customer data. **The Journal of Business Forecasting Methods & Systems**, Winter, p. 3-9, 1998.
- LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. **Fundamentals of logistics management**. New York: Duxbury Press, 1998, 797 p.
- LANDVATER, D. **World class production and inventory management**. New York: Wiley, 1997.
- LEE, H. L.; PADMANABHAN, V. The bullwhip effect in supply chains. **Sloan Management Review**, Spring, p. 93-102, 1997.
- LEEuw, S. D.; GOOR, A. R. The selection of distribution control techniques. **The International Journal of Logistics Management**. Columbus, v. 10, n. 1, p. 97-112, 1999.
- LEVY, M.; WEITZ, B. **Retailing management**. New York: McGraw Hill, 1998.
- LI, L. The role of inventory in delivery-time competition. **Management Science**, v. 38, n. 2, p. 182-198, 1992.
- LIZ, P. CRP investment pays off in many ways. **Drug Store News**, v. 21, n. 2, p. 26, 1999.
- MATHEWS, R. Efficient consumer response: more promise than performance. **Progressive Grocer Annual Report**, April, p. 26-28, 1997.
- PAGH, J. D.; COOPER, M. C. Supply chain postponement and speculation strategies. **Journal of Business Logistics**. Oak Brooks, v. 19, n. 2, p. 13-33, 1998.
- ROMERO, B. The other side of supply management. **Production and Inventory Management Journal**, v. 32, n. 4, p. 1-3, 1991.
- SALIBY, E. Tecnologia de informação: uso da simulação para a obtenção de melhoria em operações logísticas. In: FLEURY, P.; WANKE, P.; FOSSATI, K. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- SILVER, E. A.; PETERSON, R. **Decision systems for inventory management and production planning**. New York: Wiley, 1985.
- TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. **Using multivariate statistics**. Boston: Allyn and Bacon, 2001. 966 p.
- TALLON, W. The impact of inventory centralization on aggregate safety stock. **Journal of Business Logistics**. Oak Brooks, v. 14, n. 1, p. 185-196, 1993.
- TOWILL, D. R.; NAIM, M. Industrial dynamics simulation models in the design of supply chains. **International**

- Journal of Physical Distribution & Materials Management.** Northampton, v. 22, n. 5, p. 3-13, 1992.
- VERGIN, R.; BARR, K. Building competitiveness in the grocery supply chain through continuous replenishment planning. **Industrial Marketing Management**, v. 28, n. 2 p. 145-153, 1999.
- WALLER, M.; JOHNSON, M. Vendor managed inventory in the retail supply chain. **Journal of Business Logistics.** Oak Brooks, v. 20, n. 1, p. 183-198, 1999.
- WANKE, P.; ZINN, W. Strategic logistics decision making. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management.** Northampton, v. 34, n. 6, p. 466-478, 2004.
- WATERS-FULLER, N. The benefits and costs of jit sourcing. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management.** Northampton, v. 26, n. 4, p. 35-50, 1996.
- WEMMERLOV, U. Assemble-to-order manufacturing implications for materials management. **Journal of Operations Management**, v. 4, n. 4, p. 347-368, 1984.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** São Paulo: Editora Campus, 1992.

STRATEGIC POSITIONING AND SIMULATION OF INDUSTRIAL OPERATIONS: IMPACTS OF PRODUCTION AND DISTRIBUTION DECISIONS ON RETAILING

Abstract

The main purpose of this research was to evaluate the impact of major strategic production and distribution decisions on retail performance by quantifying the primary and secondary effects produced by push/pull and decentralization/centralization decisions on indicators of retail service level, average inventory, frequency of shipments and stockouts. To this end, ARENA simulations were made of the operation of a manufacturer, distribution center and retail chain. The results of these simulations were subjected to a multiple analysis of covariance (MANCOVA), which revealed apparent contradictions between strategic positions in industrial operations and retail performance, i.e., a higher retail performance depends on non-lean industrial operations.

Keywords: *industrial operations, strategic positioning, simulation, retail market.*

